DIE

ELECTRISCHE LEITUNGSFÄHIGKEIT VON LÖSUNGEN EINIGER GLIEDER DER FETTSÄUREREIHE IN WASSER UND EINIGEN ALKOHOLEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ERLANGEN

ZUR

ERWERBUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT

VON

KARL HARTWIG.

MIT EINER TAFEL.

LEIPZIG,
DRUCK VON METZGER & WITTIG.
1887.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546422_0203

Die Leitungsfähigkeiten von Lösungen chemischer Verbindungen sind bis jetzt meist nur für Lösungen in Wasser bestimmt worden; auf diejenigen in anderen Lösungsmitteln beziehen sich, soweit mir bekannt, die folgenden relativ wenigen Arbeiten.

Matteucci[1]) war der erste, der ausser wässerigen Lösungen auch alkoholische untersuchte. Seine Behauptung, dass wässerige und alkoholische Lösungen desselben Stoffes von gleichem specifischen Gewichte gleich gut leiten, wurde von G. Wiedemann bezweifelt. Ferner wurden von Oberbeck[2]) die Widerstände von wässerigen und alkoholischen Lösungen von $CdBr_2$ und $CuCl_2$ bestimmt und gefunden: 1) dass jedes Salz in einer ihm eigenthümlichen Weise die Leitungsfähigkeit der Lösung vermehrt, 2) dass das Lösungsmittel selbst noch von bedeutendem Einflusse auf das Leitungsvermögen der Lösung ist. Guglielmo[3]) ermittelte die electrische Leitungsfähigkeit des schon von F. Kohlrausch in wässerigen Lösungen untersuchten KOH in alkoholischen Lösungen. Vincentini[4]) stellte Untersuchungen über die electrische Leitungsfähigkeit von alkoholischen Lösungen einiger Chloride an und fand, dass eine einfache Beziehung

1) Matteucci, Wied. Electr. **1.** p. 571.

2) Oberbeck, Pogg. Ann. **155.** p. 595. 1875.

1) Guglielmo, Atti della R. Accad. di Torino **17.** 1882; Wied. Electr. **4.** 2. p. 1241; Beibl. **6.** p. 803. 1882.

2) Vincentini, Mem. della R. Acc. di Torino (2) **36.** p. 22. 1884; Beibl. **9.** p. 131. 1885.

zwischen der Löslichkeit der Salze in Alkohol und ihrer Leitungsfähigkeit nicht existirt. Ferner sind von Bartoli[1]) einige Arbeiten vorhanden über electrische Leitungsfähigkeit von Gemischen von Paraffin und Amylalkohol, von Naphtalin und Phenol; derselbe findet, dass Paraffin und Naphtalin erst durch Zusatz von Amylalkohol und Phenol zu Leitern werden. Weiter untersuchte Bartoli[2]) auch Gemische von anderen organischen Verbindungen, z. B. von Naphtalin mit Nitronaphtalin oder Phtalsäure, Paraffin mit einer kleinen Menge Amylalkohol, Essigsäure, Ameisensäure u. s. f. Ausserdem liegen Bestimmungen der electrischen Leitungsfähigkeiten von Lösungen der Pikrinsäure in Wasser, Alkohol und Gemengen beider, sowie der von Lösungen einiger Salze in denselben Lösungsmitteln von R. Lenz[3]) vor. Durch diese Arbeit wurde auch die schon vorhin erwähnte Behauptung Matteucci's als vollkommen unbegründet widerlegt.

Mir schien es wünschenswerth, auch solche Körper zu untersuchen, welche in mehreren Lösungsmitteln möglichst vollkommen löslich sind. Deshalb wählte ich für meine Untersuchungen die ersten Glieder der Fettsäurereihe, welche mit Ausnahme der Ameisensäure, die in Amylalkohol fast unlöslich ist, mit Wasser, Methylalkohol, Aethylalkohol und Amylalkohol mischbar sind.

Material und Herstellung der Gemische.

Die zu untersuchenden Stoffe bezog ich sämmtlich in grösster Reinheit von Kahlbaum in Berlin.

1) Der Methylalkohol war nach Angabe acetonfrei und hatte bei 15^0 das specifische Gewicht 0,7978 und bei 18^0 das electrische Leitungsvermögen $8{,}79 \cdot 10^{-10}$, das des Quecksilbers von 0^0 gleich Eins gesetzt.

---

1) A. Bartoli, l'Orosi. **7.** p. 3. u. 233. 1884; Beibl. **8.** p. 712. 1884; **9.** p. 44. 1885.

2) A. Bartoli, Atti della R. Acc. dei Lincei Rendic. **1.** p. 550. 1885; Beibl. **9.** p. 683. 1885.

3) R. Lenz, Mem. de l'Ac. des sciences de St. Pétersbourg. (7) **30.** Nr. 9. 1882; Beibl. **7.** p. 399. 1883.

2) Der Aethylalkohol hatte bei 18° das specifische Gewicht 0,7937 und bei 14,6° die Leitungsfähigkeit $0{,}95 . 10^{-10}$; dieselbe ist also bei weitem geringer, als die des gewöhnlichen käuflichen Alkohols, welcher bei 15° ein Leitungsvermögen von $1{,}8 . 10^{-10}$ bis $2{,}4 . 10^{-10}$ hat.[1])

3) Der Amylalkohol war normal und hatte bei 15° das specifische Gewicht 0,8178 und bei 17° das electrische Leitungsvermögen $0{,}0688 . 10^{-10}$.

4) Die Ameisensäure war nach Angabe ganz rein und wasserfrei und hatte bei 15° das specifische Gewicht 1,223; dasselbe ist nach Kopp 1,203 und nach Pettersson 1,226.[2])

5) Die Essigsäure hatte bei 18° das specifische Gewicht 1,0582, was mit dem von Kopp für concentrirte Essigsäure angegebenen specifischen Gewichte 1,0597 gut übereinstimmt; jedenfalls wird der Wassergehalt kein bedeutender sein.

6) Die Buttersäure war normal und hatte bei 18° das specifische Gewicht 0,962; nach Kopp ist dasselbe bei 18° gleich 0,97.

Um die Mischungen herzustellen, goss ich in eine Messröhre von 300 ccm Inhalt, welche durch einen eingeschliffenen Stöpsel verschlossen werden konnte, v ccm des Lösungsmittels und bestimmte dessen Temperatur t. Hierauf liess ich aus einer auf Ausfluss geaichten Bürette v_1 ccm der Säure, deren Temperatur t_1 war, nachfliessen, verschloss sodann die Messröhre und schüttelte die beiden Stoffe tüchtig durcheinander. Um den Gehalt des Gemisches an den beiden Bestandtheilen für 100 g oder 100 ccm berechnen zu können, musste ich die specifischen Gewichte der Bestandtheile bei verschiedenen Temperaturen bestimmen. Ich benutzte hierzu ein Pyknometer, welches bei 18° 20,0098 g Wasser von 18° fasste. In folgender Tabelle finden sich die gefundenen specifischen Gewichte und die hieraus nach der Formel:

---

1) E. Pfeiffer, Wied. Ann. 25. p. 238. 1885.

2) Pettersson, Nova Acta. Roy. Soc. Upsala 1879; Beibl. 4. p. 269. 1880.

$$s_t = s_0 (1 - \alpha t)$$

berechneten Temperaturcoëfficienten. Der Vergleichung halber habe ich auch die von Kopp[1]) gefundenen Werthe von α beigesetzt.

Namen der Flüssigkeiten	Temp.	Spec. Gew.	α	α nach Kopp's Beob.
Methylalkohol .	13°	0,7996	0,00114	0,00113
	16,3	0,7969		
	19	0,7941		
Aethylalkohol .	12	0,7975	0,00090	0,00104
	18	0,7937		
	21	0,7911		
Amylalkohol . .	15	0,8178	0,00080	0,00097
	17	0,8169		
	18,5	0,8160		
	19	0,8151		
Ameisensäure .	12,5	1,2269	0,00096	0,00099
	16	1,2207		
	18	1,2198		
Essigsäure . .	15,5	1,0607	0,00090	0,00105
	18	1,0582		
	22,8	1,0536		
Buttersäure . .	15	0,9666	0,00170	0,00105
	18	0,9617		

Die in 100 g Lösung enthaltene Gewichtsmenge Säure berechnete ich nach der Formel:

$$p = \frac{100\, v_1 s_1}{v_1 s_1 + v s},$$

worin s das specifische Gewicht der Flüssigkeit und s_1 das der Säure bedeutet.

Beim Mischen von Säure und Lösungsmittel trat oft eine bedeutende Wärmeentwickelung ein, verbunden mit einer grösseren Contraction. Das beobachtete specifische Gewicht war deshalb häufig ein anderes, als das unter der Voraussetzung, dass keine Volumänderung eintritt, nach der Formel:

$$s_m = \frac{v_1 s_1 + v s}{v_1 + v}$$

1) Kopp, Pogg. Ann. **72.** p. 48 ff. 1847.

berechnete. Bezeichnet man das beobachtete specifische Gewicht mit S, das berechnete mit S_1, so ist S/S_1 die Contraction.

In den folgenden Tabellen sind die Werthe von S, S_1 und S/S_1 für einen Theil der untersuchten Gemische zusammengestellt. Bei den übrigen Gemischen ist der Quotient S/S_1 so nahezu gleich Eins, dass eine Mittheilung der Werthe nicht interessiren kann. Für die wässerigen Lösungen von Ameisensäure und Buttersäure liegen Bestimmungen dieser Werthe von Lüdeking[1]) vor; ich habe dessen Resultate beigefügt. Ein Vergleich beider Resultate zeigt, dass der Gang der Werthe von S/S_1 in beiden Tabellen der gleiche ist. Meine Werthe sind jedoch sämmtlich etwas höher.

A. Wässerige Lösungen.

a. Ameisensäure.

	Beobachter Hartwig.			Beobachter Lüdeking.			
g Säure in 100 g Lös.	S	S_1	S/S_1	S	S_1	S/S_1	g Säure in 100 g Lös.
100	1,2198	1,2198	1,0000	1,2182	1,2182	1,0000	100
55,21	1,1286	1,1099	1,0160	1,1306	1,1224	1,0073	56,1
28,18	1,0687	1,0525	1,0153	1,0708	1,0652	1,0053	29,9
14,35	1,0362	1,0253	1,0106	1,0348	1,0317	1,0030	14,5
7,79	1,0191	1,0130	1,0060	1,0191	1,0171	1,0019	7,8
4,03	1,0113	1,0063	1,0050	1,0102	1,0089	1,0013	4,0

b. Buttersäure.

100	0,9620	0,9620	1,0000	0,9549	0,9549	1,0000	100
35,82	1,0067	0,9850	1,0220	1,0020	0,9829	1,0194	37,9
19,43	1,0077	0,9913	1,0166	1,0047	0,9911	1,0137	19,6
9,68	1,0062	0,9950	1,0113	1,0037	0,9955	1,0082	9,8

B. Alkoholische Lösungen.

a. Essigsäure.

g in 100 g Lösung	S	S_1	S/S_1
100	1,0582	1,0582	1,0000
75,7	0,9796	0,9790	1,0006
47,06	0,9047	0,8998	1,0054
25,00	0,8519	0,8470	1,0058
6,29	0,8080	0,8068	1,0015

1) Lüdeking, Wied. Ann. 27. p. 72 ff. 1886.

Das Maximum der Contraction tritt hier in der Nähe von 25 Proc. ungefähr ein.

b. Buttersäure.

g Säure in 100 g Lös.	S	S_1	S/S_1
100	0,9620	0,9620	1,0000
41,46	0,8626	0,8560	1,0067
23,30	0,8331	0,8287	1,0053
12,01	0,8142	0,8091	1,0063

Die Buttersäure hat wahrscheinlich zwei Maxima der Contraction, eines in der Nähe von 41 Proc. und eines in der Nähe von 12 Proc.

C. Lösungen in Methylakohol.

a. Ameisensäure.

g Säure in 100 g Lös.	S	S_1	S/S_1
100	1,2198	1,2198	1,0000
66,87	1,0266	1,0264	1,0002
38,12	0,9241	0,9168	1,0080
24,30	0,8727	0,8686	1,0046
19,08	0,8553	0,8517	1,0043
9,81	0,8283	0,8234	1,0060
4,86	0,8119	0,8092	1,0033

Auch hier treten zwei Maxima der Contraction auf, eines in der Nähe von 40 Proc. und das zweite in der Nähe von 10 Proc.

b. Essigsäure.

g Säure in 100 g Lös.	S	S_1	S/S_1
100	1,0582	1,0582	1,0000
50,5	0,9167	0,9065	1,0110
33,55	0,8785	0,8667	1,0136
20,27	0,8427	0,8373	1,0064
6,44	0,8103	0,8081	1,0028

Hier tritt ein Maximum der Contraction in der Nähe von 34 Proc. ein.

c. Buttersäure.

g Säure in 100 g Lös.	S	S_1	S/S_1
100	0,9620	0,9620	1,0000
43,66	0,8623	0,8602	1,0025
23,27	0,8346	0,8285	1,0073
11,88	0,8159	0,8118	1,0050

Auch hier tritt ein Maximum der Contraction ein, und zwar bei ca. 24 Proc.

Mit Hülfe der eben mitgetheilten Quotienten S/S_1 habe ich nun stets das Volumen Säure berechnet, welches in 100 Volumtheilen Mischung bei 18° enthalten ist, mit Benutzung der Formel:

$$x = \frac{100\, v_1 \,.\, S}{(v_1 + v) \,.\, S_1}.$$

Hier bedeuten v_1 und v die auf 18° reducirten Volumina von Säure und Flüssigkeit.

Methode.

Die sämmtlichen Widerstandsbestimmungen machte ich mit der Kohlrausch'schen Brückenwalze[1]) mit Hülfe des Telephons. Um mich von der Zuverlässigkeit meiner Messungen zu überzeugen, bestimmte ich die Widerstandscapacität eines Widerstandsgefässes nochmals, welches ich gelegentlich einer Arbeit über die Leitungsfähigkeit des Phenols und der Oxalsäure in wässerigen und alkoholischen Lösungen[2]) benutzt hatte. Ich fand damals mit Beobachtung am Electrodynamometer $m = 0{,}002\,125$ und diesmal sehr nahe übereinstimmend $m = 0{,}002\,102$.

Die Widerstandsbestimmungen der wässerigen Lösungen machte ich in einem U-förmigen Gefässe mit Platinelectroden, dessen Widerstandscapacität $m = 299{,}48 \,.\, 10^{-6}$ war. Für die Messungen der Widerstände der übrigen Gemische benutzte ich ein Widerstandsgefäss von folgender Beschaffenheit. In eine Hartgummiplatte, welche mit passenden Einkerbungen

1) Kohlrausch, Wied. Ann. **11.** p. 658. 1880.

2) Programm der Kreisrealschule Nürnberg 1886. Beibl. **11.** p. 101. 1887.

versehen war, waren zwei Glasröhren von ca. 100 mm Länge eingekittet, die weitere derselben hatte im Lichten einen Durchmesser von ca. 51 mm, die engere hatte einen äusseren Durchmesser von ca. 45 mm. Die weitere Röhre war innen mit $^1/_3$ mm dickem Platinblech bis zu einer Höhe von 85 mm verkleidet, und die engere Röhre, welche unten zugeschmolzen war, war aussen mit Platinblech von ebenfalls 85 mm Höhe überzogen. Von jedem der beiden Platincylinder ging ein an dieselbe genieteter und mit Silber gelötheter Platindraht durch die Hartgummiplatte zu starken Messingsäulchen auf derselben. Die weitere Glasröhre war oberhalb der Electroden durchbohrt, damit die Flüssigkeit zwischen den Electroden das gleiche Niveau hatte, wie in dem Gefäss, in welches sie gestellt wurden. Die Hartgummiplatte, welcher ein Ring von vulkanisirtem Kautschuk untergelegt ist, bildet zugleich den Verschluss des Gefässes.

Die Widerstandscapacität dieses Gefässes ermittelte ich mit der von F. Kohlrausch zu derartigen Messungen empfohlenen wässerigen Essigsäure[1]) vom specifischen Gewichte 1,022 bei 18°, deren Widerstand ungefähr derselben Grössenordnung angehört, wie diejenigen meiner Gemische. Im Mittel erhielt ich aus mehreren Beobachtungen:

$$m = 3115{,}03 \,.\, 10^{-10}.$$

Die Schwierigkeit, das Telephon beim Messen kleiner Widerstände zum Schweigen zu bringen, beseitigte ich dadurch, dass ich das von Lenz[2]) für alle nach der Brückenmethode zu machenden Versuche empfohlene Verfahren benutzte.

Zu dem zu messenden kleinen Widerstande fügte ich noch soviel Widerstand hinzu, dass beide zusammen ungefähr 100 S.-E. betrugen, während der Vergleichswiderstand auch gleich 100 S.-E. war; dann theilte ich den Messdraht so, dass das Telephon nicht mehr tönte, was bei dieser Stellung des Gleitcontactes sehr leicht zu erreichen ist. Hierauf schal-

---

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 11. p. 660. 1880.

2) Lenz, Mem. de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg (7). 26. Nr. 3. p. 3. 1878.

tete ich den zu messenden Widerstand aus und ersetzte denselben durch soviel Drahtwiderstand als nöthig war, um das Telephon bei nahezu der gleichen Theilung des Messdrahtes zum Schweigen zu bringen. Hierdurch erhielt ich zwei Gleichungen zur Bestimmung des unbekannten kleinen Widerstandes x und des ebenfalls sehr kleinen Zuleitungswiderstandes w.

So ergaben sich bei einer Widerstandsbestimmung nach Anbringung der nöthigen Correctionen folgende Gleichungen:

$99{,}77 + x + w = 101{,}78$	$99{,}90 + x + w = 101{,}91,$
$101{,}89 \quad + w = 101{,}97$	$101{,}89 + \quad w = 101{,}97$
$-2{,}12 + x = -0{,}19$	$-1{,}99 + x = -0{,}06$
$x = 1{,}93$	$x = 1{,}93$

Das Ostwald'sche Verfahren[1]), den unverzweigten Strom durch Drahtwiderstände zu schwächen, habe ich bei meinen so wenig von einander entfernten Electroden nicht für so zweckmässig gefunden, da auch hier die Einstellung noch häufig eine unsichere war.

Die sämmtlichen Widerstände wurden berechnet aus 5 Einstellungen des Gleitcontactes, welche im Maximum um 1 Proc. von einander abwichen.

Die Beobachtungsresultate.

Die erhaltenen Resultate sind in den folgenden Tabellen niedergelegt. In der ersten Reihe g_p stehen die Zahlen, welche angeben, wieviel Gramm der Säure in 100 g Lösung enthalten sind. Die Zahlen in der zweiten Reihe v_p bedeuten, wieviel Cubikcentimeter Säure von 18° in 100 ccm Lösung von 18° enthalten sind. In der dritten Reihe t stehen die Temperaturen, bei welchen die Beobachtungen gemacht wurden, und in der vierten Reihe $k_t \cdot 10^9$ die Leitungsfähigkeiten, wie sie sich aus den beobachteten Widerständen nach Anbringung aller Correctionen bezogen auf Quecksilber von 0° ergeben haben, dessen Leitungsfähigkeit gleich 10^9 gesetzt ist.

1) Ostwald, Journ. f. prakt. Chemie. **30.** p. 226. 1884.

A. Die wässerigen Lösungen.

Tabelle I. Ameisensäure.

g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$	g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$
4,03	3,31	3,9	321,92	28,18	24,68	−0,2	702,93
		11,6	382,39			11,5	880,91
		29,4	512,14			20,5	1030,86
7,79	6,51	−0,7	417,04			29,7	1140,86
		11,6	546,31	55,21	51,12	0,7	569,28
		21,7	646,19			10,9	694,41
		30,0	719,81			18,5	766,84
14,35	12,19	−0,1	576,66			29,3	894,04
		11,5	741,25	100	100	3,7	50,12
		19,7	858,53			12,2	59,12
		31,3	993,09			20,9	68,22
		—	—			27,9	76,95

Tabelle II. Buttersäure.

9,68	10,13	0,3	65,15			20,5	95,74
		11,2	90,18			29,1	105,70
		20,3	113,65	35,82	37,49	1,0	37,39
		31,6	140,82			19,5	57,35
19,43	20,35	1,9	62,61			29,0	66,17
		8,5	74,14			—	—

B. Die Lösungen in Methylalkohol.

Tabelle III. Ameisensäure.

g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$	g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$
4,86	3,34	1,0	2,29	24,30	21,23	20,5	12,53
		15,8	2,86			29,4	13,94
		20,2	3,36	38,12	28,88	5,3	13,57
		29,7	4,17			11,1	14,93
19,08	13,38	0,9	7,37			20,6	17,78
		11,4	8,78			29,6	20,19
		19,7	9,86	66,87	56,83	1,4	42,22
		29,4	11,07			10,8	49,39
24,30	21,23	2,7	10,05			19,5	54,04
		12,2	11,45			29,5	59,62

Tabelle IV. Essigsäure.

6,44	4,93	1,6	1,22	33,35	27,87	3,0	1,41
		12,4	1,47			10,5	1,79
		19,9	1,64			19,5	2,15
		31,2	2,11			30,6	2,77
20,27	16,14	5,5	1,59	50,5	43,87	1,1	1,12
		16,7	1,94			9,6	1,63
		19,3	2,22			19,9	1,91
		29,9	2,72			29,5	1,97

Tabelle V. Buttersäure.

g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$	g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$
11,88	10,08	0,9	0,71	23,27	20,19	20,1	0,98
		12,8	0,87			30,1	1,18
		21,8	1,01	43,66	39,15	−0,9	0,57
		29,3	1,17			11,1	0,75
23,27	20,19	0,3	0,61			19,4	0,89
		10,8	0,78			28,1	1,10

C. Lösungen in Aethylalkohol.

Tabelle VI. Ameisensäure.

g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$	g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$
5,05	3,35	1,4	0,68	18,24	11,97	18,2	4,42
		11,5	0,81			28,9	4,93
		18,6	0,94	22,09	15,56	2,6	5,33
		29,9	1,15			11,2	6,13
9,52	6,40	−1,2	1,15			19,4	6,87
		13,2	1,51			28,0	7,69
		18,8	1,65	27,72	19,99	−1,2	7,84
		31,3	1,96			10,0	9,37
15,20	9,72	1,3	2,14			19,4	10,44
		11,3	2,59			30,1	11,67
		18,3	2,95	63,96	53,38	−0,6	39,21
		29,8	3,56			10,6	45,15
18,24	11,97	0,4	3,18			19,9	48,98
		11,6	3,90			29,3	51,72

Tabelle VII. Essigsäure.

6,29	4,81	1,4	0,104	25,00	20,14	30,8	0,334
		11,9	0,145	47,06	40,23	2,5	0,228
		21,4	0,175			12,4	0,297
		31,2	0,218			21,3	0,354
						30,4	0,421
25,00	20,14	2,1	0,177				
		12,3	0,238	75,7	70,08	16,6	0,212
		20,1	0,276			18,2	0,254

Tabelle VIII. Buttersäure.

12,01	9,07	0,9	0,084	23,30	20,7	20,0	0,155
		10,6	0,107			29,3	0,178
		20,6	0,140	41,46	37,14	−0,4	0,076
		30,3	0,178			11,0	0,099
23,30	20,17	0,7	0,090			20,4	0,123
		10,7	0,123			28,5	0,145

D. Die Lösungen in Amylalkohol.

Tabelle IX. Essigsäure.

g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$	g_p	v_p	t	$k_t \cdot 10^9$
5,92	4,63	1,0	0,018	16,63	13,33	30,9	0,051
		10,5	0,021	44,21	39,41	1,0	0,058
		20,0	0,025			12,1	0,071
		31,1	0,026			19,7	0,077
						29,0	0,083
16,63	13,33	1,3	0,040				
		10,7	0,046	53,64	47,15	16,9	0,083
		21,6	0,049			23,7	0,096

Tabelle X. Buttersäure.

6,19	5,30	0	0,0155	28,56	25,33	19,6	0,0403
		11,3	0,0190			29,1	0,0419
		20,4	0,0206	37,53	33,93	2,1	0,0296
		28,6	0,0229			10,6	0,0338
28,56	25,33	−0,4	0,0324			20,2	0,0356
		12,3	0,0377			32,0	0,0374

Bestimmung der Temperaturcoëfficienten und Umrechnung der beobachteten Leitungsfähigkeiten auf die Temperaturen von 0°, 18° und 30°.

Die Temperaturcoëfficienten wurden bestimmt mit Hülfe der Gleichung:

$$k_t = k_0 (1 + \alpha t + \beta t^2),$$

gewöhnlich aus den beobachteten Leitungsfähigkeiten in der Nähe von 0°, 20° und 30°. Das in der Nähe von 10° beobachtete Leitungsvermögen diente als Controle der Berechnung, indem mit Hülfe der gefundenen Temperaturcoëfficienten der Werth für die gleiche Temperatur berechnet wurde. Die folgenden Tabellen enthalten die Resultate dieser Umrechnung und geben die Werthe von k_0, k_{18}, k_{30}, α und β.

Die Resultate für die Temperatur 18° sind in den beiliegenden Figuren in Curven wiedergegeben. In ihnen sind die Gewichtsprocente, das heisst die Anzahl der in 100 g Lösung enthaltenen Gramme Säure die Abscissen und die zugehörigen Leitungsfähigkeiten die Ordinaten. Der Maassstab, nach welchem die Ordinaten aufgetragen sind, ist jeder Curve beigesetzt.

A. Wässerige Lösungen.

Tabelle XI. Fig. 1_a. Ameisensäure.

p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
4,03	289,14	431,55	518,69	20,65	−10,1
7,79	424,96	587,96	719,81	27,23	−11,9
14,35	578,24	822,08	959,70	27,65	−14,9
28,18	739,88	994,55	1154,34	26,29	−18,1
55,21	561,02	752,36	908,21	22,69	− 3,0
100	46,9	64,73	79,92	18,15	+16

Das Leitungsvermögen wächst bis zu einem Gehalt von 30 Proc. langsamer als die Concentration und nimmt von hier an wieder ab. Bei höheren Temperaturen tritt das Maximum schon etwas früher ein. Die Verschiebung des Maximums mit der Temperatur ist jedoch hier wie bei den übrigen Lösungen so gering, dass die weiter unten abgeleiteten Gesetze für die Temperatur 18° auch für die anderen Temperaturen Gültigkeit haben. Die Temperaturcoëfficienten α haben ihr Maximum schon bei 15 Proc. Die Coëfficienten β sind negativ; ihr Maximum fällt mit dem der Leitungsfähigkeit ungefähr zusammen. Der reinen Säure entsprechen positive α und β.

Tabelle XII. Fig. 3_a. Buttersäure.

p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
9,68	64,45	106,41	136,78	36,11	3,2
19,43	58,76	88,13	109,03	35,23	−36,5
35,82	36,22	54,80	68,22	31,10	−12,9

Das Maximum tritt bei einem Gehalte von 12 Proc. ein, wie sich aus Fig. 3_a ergibt; im übrigen hat die Curve grosse Aehnlichkeit mit der für Essigsäure, welche sich in Fig. 2_a vorfindet und der Arbeit F. Kohlrausch's[1]) entnommen ist. Die Coëfficienten α haben auch ihr Maximum in der Nähe von 12 Proc.; die Coëfficienten β sind erst positiv, dann negativ. Auffallend ist der grosse absolute Werth von β für den Gehalt von 19,43 Proc.

1) F. Kohlrausch, Pogg. Ann. **159.** Taf. V. Fig. 1. 1876.

B. Lösungen in Methylalkohol.

Tabelle XIII. Fig. 1_b. Ameisensäure.

p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
4,86	2,258	3,239	4,189	17,44	34,0
19,08	7,247	9,580	10,952	18,43	— 3,0
24,30	9,720	11,760	14,993	18,83	— 2,5
38,12	12,225	16,883	20,012	20,64	— 2,2
66,87	41,217	52,640	59,060	17,20	— 1,2

Das Verhalten der Ameisensäure ist ein äusserst eigenthümliches. Die Leitungsfähigkeit wächst, wie am deutlichsten aus Fig. 1_b ersichtlich ist, bis zu einem Gehalt von 26 Proc. langsamer wie die Concentration, von hier bis zu 58 Proc. rascher und dann wieder langsamer. Die Curve hat bei 26 und 58 Proc. Inflexionspunkte. Die Coëfficienten α haben bei 40 Proc. ca. ein Maximum. Die Coëfficienten β sind negativ, mit Ausnahme der den verdünnten Lösungen zugehörigen. Sie nähern sich mit steigender Concentration der Null und werden dann positiv; denn die reine Säure hat ein positives β.

Tabelle XIV. Fig. 2_b. Essigsäure.

p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
6,44	1,201	1,643	2,076	14,69	32,0
20,27	1,408	2,114	2,783	23,75	22,7
33,55	1,289	2,132	2,719	31,19	14,0
50,50	1,054	1,799	2,037	59,26	−115,0

Das Maximum der Leitungsfähigkeit liegt bei 0° ungefähr bei 25 Proc., bei 18° bei 30 Proc. und bei 30° bei 23 Proc., ist also von der Temperatur sehr abhängig. Die Coëfficienten α wachsen mit der Concentration und sind sämmtlich positiv. Die Coëfficienten β sind anfangs auch positiv, nehmen beständig ab und werden bei höheren Concentrationen negativ.

Tabelle XV. Fig. 3_b. Buttersäure.

p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
11,88	0,699	0,959	1,185	12,48	37,7
23,27	0,607	0,927	1,182	29,39	6,3
43,66	0,582	0,866	1,146	23,30	30,9

Die Buttersäure erhöht das Leitungsvermögen des reinen Methylalkohols nicht wesentlich; denn für denselben ist bei 18° $k.10^9 = 0{,}88$, während für das bestleitende Gemisch $k.10^9 = 0{,}96$ ist. Die 44procentige Lösung leitet schon schlechter als das Lösungsmittel. Das Maximum der Leitungsfähigkeit entspricht nach der Curve bei 18° ungefähr dem Gehalte von 17,3 Proc. Diesem Gehalte entspricht auch ein Maximum der Coëfficienten α und ein Minimum der Coëfficienten β.

C. Lösungen in Aethylalkohol.

Tabelle XVI. Fig. 1_c. Ameisensäure.

p	$k_0.10^9$	$k_{18}.10^9$	$k_{30}.10^9$	$\alpha.10^3$	$\beta.10^5$
1,91	—	0,682	—	21,22	—
5,05	0,663	0,933	1,156	21,83	16,4
9,52	1,174	1,610	1,911	21,02	3,0
15,20	2,081	2,931	3,577	20,83	8,6
18,24	3,150	4,381	5,054	20,22	— 4,0
22,09	5,092	6,715	7,940	20,07	— 4,7
27,72	8,000	10,183	11,651	17,05	— 4,5
63,96	39,593	47,548	52,272	15,26	—15,4

Der Verlauf der Leitungsfähigkeit ist hier ein ähnlicher wie für die Lösungen dieser Säure in Methylalkohol; bei 5 und 52 Proc. ca. sind Inflexionspunkte. Die Curve der alkoholischen Lösungen verläuft fast parallel mit der für die Lösungen in Methylalkohol. Ich habe den ersten Theil der Curve in Fig. 1_d auch noch grösser gezeichnet, um den Inflexionspunkt am Anfange besser sichtbar zu machen. Die Temperaturcoëfficienten α nehmen beständig ab, die β werden bei 16 Proc. negativ.

Tabelle XVII. Fig. 2_c. Essigsäure.

p	$k_0.10^9$	$k_{18}.10^9$	$k_{30}.10^9$	$\alpha.10^3$	$\beta.10^5$
6,29	0,0995	0,1679	0,2095	29,08	26,6
25,00	0,1661	0,2591	0,3269	30,28	3,05
47,06	0,2110	0,3115	0,4212	31,62	11,1
75,70	—	0,2527	—	12,06	—

Das Maximum der Leitungsfähigkeit tritt bei einer Temperatur von 18° beim Gehalte von 49 Proc. ca. ein, bei welchem auch die Coëfficienten α ihr Maximum haben.

Tabelle XVIII. Fig. 3_c. Buttersäure.

p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
12,01	0,0827	0,1307	0,1762	24,94	42,5
23,30	0,0875	0,1452	0,1805	31,13	−39,1
41,46	0,0767	0,1149	0,1512	28,58	10,3

Das Maximum der Leitungsfähigkeit ist nur wenig grösser als die Leitungsfähigkeit des absoluten Alkohols und tritt bei 21,6 Proc. auf. Die Coëfficienten α haben hier ein Maximum, die Coëfficienten β ein Minimum.

D. Lösungen in Amylalkohol.

Tabelle XIX. Fig. 2_d. Essigsäure.

p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
5,92	0,0178	0,0234	0,0257	23,99	−30
16,63	0,0389	0,0464	0,0511	15,18	−16,5
44,21	0,0562	0,0748	0,0845	23,94	−30,17
53,64	—	0,0852	—	23,80	—

Das Leitungsmaximum tritt bei 54 Proc. auf. Die Coefficienten α sind nur wenig von einander verschieden und haben bei 17 Proc. ca. ein Minimum, die Coëfficienten β sind alle negativ.

Tabelle XX. Fig. 3_d. Buttersäure.

p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
6,19	0,0155	0,0199	0,0233	14,98	5,8
28,56	0,0326	0,0393	0,0425	16,76	−23,0
37,53	0,0287	0,0344	0,0362	15,63	−25,0

Einem Gehalte von 26 Proc. entspricht ein Maximum der Leitungsfähigkeit. Auch die Coëfficienten α haben hier ihr Maximum.

Einfluss der Esterbildung.

Da beim Mischen organischer Säuren und Alkohole in ganz reinem Zustande schon bei gewöhnlicher Temperatur eine Esterbildung eintritt, so musste ich untersuchen, ob die von mir erhaltenen Resultate hierdurch in nennenswerther Weise beeinflusst werden können. Ich bestimmte deshalb die Leitungsfähigkeiten einiger Gemische zu verschiedenen Zeiten und reducirte mit Hülfe der für jeden Fall besonders

ermittelten Temperaturcoëfficienten auf eine gleiche Temperatur t. Eine 1,9procentige alkoholische Lösung von Ameisensäure ergab bei 18,9° $k = 0{,}695 . 10^{-9}$. Nach 6 Stunden war $k = 0{,}718 . 10^{-9}$, nach einer weiteren Stunde gleich $0{,}715 . 10^{-9}$. Die Leitungsfähigkeit steigt also um 0,5 Proc. per Stunde.

Ein Zugiessen von Aethylformiat erhöhte die Leitungsfähigkeit dieser Mischung zwar, aber in einem bedeutend geringerem Maasse, als der Zusatz der gleichen Menge Ameisensäure es gethan haben würde.

Eine 54,3procentige Lösung von Ameisensäure in Methylalkohol hatte bei 18° ein Leitungsvermögen $k = 37{,}7 . 10^{-9}$, nach 24 Stunden $k = 31{,}15 . 10^{-9}$ und nach 42 Stunden $k = 28{,}13 . 10^{-9}$. Hier nimmt also das Leitungsvermögen ab, und zwar beträgt die stündliche Abnahme während 42 Stunden 0,6 Proc. ca.

Zu 140 ccm dieser Mischung von 14° goss ich 18 ccm Methylformiat von 14°. Die Leitungsfähigkeit des Gemisches sank dann auf $22{,}8 . 10^{-9}$; nach 27 Stunden war sie nur noch $20{,}7 . 10^{-9}$.

Das Wachsen der Leitungsfähigkeit der Lösungen der Ameisensäure in Aethylalkohol mit der Zeit ist also eine Folge einer Esterbildung; denn das Zugiessen von Aethylformiat erhöht auch die Leitungsfähigkeit. In gleicher Weise ist die Abnahme der Leitungsfähigkeit der Lösungen der Ameisensäure in Methylalkohol eine Folge von Bildung von Methylformiat, da ein Hinzufügen von Methylformiat die Leitungsfähigkeit vermindert.

Eine 16procentige Lösung von Essigsäure in Amylalkohol ergab bei 11,2° $k = 0{,}0423 . 10^{-9}$, nach 6 Stunden $k = 0{,}0434 . 10^{-9}$, nach weiteren 12 Stunden $k = 0{,}046 . 10^{-9}$ und nach nochmals 6 Stunden $k = 0{,}047 . 10^{-9}$.

Die Leitungsfähigkeit nimmt also hier im Laufe der Zeit zu, und zwar beträgt die stündliche Zunahme in 24 Stunden 0,47 Proc.

Ein Gemenge aller untersuchten Gemische von Ameisensäure mit Aethylalkohol liess ich 8 Wochen nach Beendigung der Messungen untersuchen; dabei ergab sich, dass 100 ccm dieser Mischung 22,02 g Ameisensäure enthielten, wovon schon 16,01 g esterificirt waren. Die Leitungsfähig-

keit war ungefähr die Hälfte von der, welche der nicht esterificirten Mischung entsprochen hätte.

Für ein Gemenge aller schon benutzten Gemische von Ameisensäure und Methylalkohol erhielt ich 12 Wochen nach Schluss der Messungen folgende Analyse: 100 ccm enthalten 22,1 g Ameisensäure, wovon 19,46 g bereits esterificirt sind. Die Leitungsfähigkeit des Gemenges fand ich um circa 25 Proc. höher, als diejenige, welche der nicht esterificirten Mischung entsprochen hätte. Da, wo also die Esterbildung am Anfange das Leitungsvermögen erhöht, war nach 8 Wochen ein Zurückgehen des Leitungsvermögens eingetreten und umgekehrt.

Für die Vornahme dieser zwei Analysen spreche ich Hrn. Prof. Dr. Kämmerer und den Herren Assistenten Schlegel und Dr. Stockmeier an der kgl. Industrieschule zu Nürnberg meinen besten Dank aus.

Da meine Messungen sehr bald nach der Mischung vorgenommen wurden und nie länger als eine Stunde dauerten, so waren dieselben durch Esterbildung nicht sehr beeinflusst.

Einfluss des Wassergehaltes der Ameisensäure.

Es ist wohl anzunehmen, dass eine vollständig wasserfreie Ameisensäure nicht herzustellen ist, und wenn es doch möglich sein sollte, so wird sie sich wohl kaum längere Zeit wasserfrei halten. Der eigenthümliche Verlauf der Curven für die alkoholischen Lösungen der Ameisensäure könnte möglicherweise durch den Wassergehalt der Säure bedingt sein. Ich bestimmte deshalb die Leitungsfähigkeit von Lösungen wasserhaltiger Ameisensäure in Aethylalkohol, und zwar nahm ich 40procentige und 60procentige Ameisensäure.

In den nun folgenden Tabellen stehen die Beobachtungsresultate, und zwar enthält die erste Reihe g_p die in 100 g Lösung enthaltenen Gramm verdünnter Säure, in der zweiten Reihe s_{18} stehen die specifischen Gewichte der Lösungen bei 18°, die dritte Reihe t enthält die Temperaturen, bei welchen beobachtet wurde, und in der letzten Reihe $k_t \cdot 10^9$ endlich sind die beobachteten Leitungsfähigkeiten enthalten.

A. Wässerige 40procentige Ameisensäure gelöst in Aethylalkohol.

Tabelle XXI.

g_p	s_{18}	t	$k_t . 10^9$	g_p	s_{18}	t	$k_t . 10^9$
4,49	0,807	4,8	0,549	8,51		20,2	2,111
		11,7	0,639			28,5	2,388
		20,7	0,756				
		27,4	0,829	16,64	0,843	6,1	6,014
						11,8	6,764
8,51	0,819	5,1	1,594			19,8	7,790
		13,7	1,890			29,0	8,961

B. Wässerige 60proc. Ameisens. gelöst in Aethylalkol.

Tabelle XXII.

g_p	s_{18}	t	$k_t . 10^9$	g_p	s_{18}	t	$k_t . 10^9$
3,61	0,803	4,2	0,617	17,30	0,844	3,7	6,266
		11,8	0,738			10,7	7,118
		21,3	0,892			19,5	8,058
		28,0	0,995			28,6	9,133
8,90	0,821	4,4	1,819	25,31	0,868	4,2	11,124
		11,7	2,175			11,3	12,306
		21,4	2,565			20,2	13,980
		31,1	2,921			28,5	15,481

In den beiden folgenden Tabellen sind die Werthe von k_t für die Temperaturen 0°, 18° und 30°, sowie die Temperaturcoëfficienten α und β enthalten. In Fig. 4_a und 4_b sind die Resultate für die Temperatur 18° graphisch dargestellt.

Tabelle XXIII. Fig. 4_a.

Die 40proc. Ameisensäure gelöst in Aethylalkohol.

g_p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
4,5	0,476	0,706	0,914	26,9	—18,2
8,5	1,420	2,020	2,460	21,8	— 2,5
16,6	5,310	7,500	9,160	21,9	— 2,0

Tabelle XXIV. Fig. 4_b.

Die 60proc. Ameisensäure gelöst in Aethylalkohol.

g_p	$k_0 . 10^9$	$k_{18} . 10^9$	$k_{30} . 10^9$	$\alpha . 10^3$	$\beta . 10^5$
3,6	0,556	0,854	1,048	26,9	— 5,2
8,9	1,636	2,529	2,840	26,3	—13,6
17,3	5,853	7,962	9,386	19,6	— 4,9
25,3	10,426	13,503	15,851	16,0	— 5,7

Man sieht aus den Zahlen und noch besser aus Fig. 4, dass die Lösung der 60procentigen Ameisensäure erst besser leitet als die 40procentige, dass beide Lösungen bei ungefähr 15 Proc. gleiches Leitungsvermögen besitzen, und dass von da an die Lösung der 40procentigen Säure besser leitet, als die der 60procentigen. Die Lösung der 40procentigen Säure erreicht bei 100 Proc. ihr Maximalleitungsvermögen $k_{18} . 10^9 = 920$, und die der 60procentigen Säure erreicht bei 100 Proc. ihr Maximalleitungsvermögen $k_{18} . 10^9 = 660$. Die Inflexionspunkte, wie sie die Curve für die Lösungen der reinen Säure hat, sind hier nicht mehr vorhanden, es rühren dieselben also nicht von dem Wassergehalt her. Die gleichen Untersuchungen für Lösungen der wässerigen Ameisensäure in Methylalkohol habe ich wegen Mangels an Säure nicht mehr machen können.

Vergleichung der erhaltenen Resultate.

1. Beziehung zwischen Leitungsfähigkeit und chemischer Constitution.

Die in der beiliegenden Tafel gezeichneten Curven kehren alle, mit Ausnahme von zwei der Ameisensäure entsprechenden, ihre concave Seite der Abscissenaxe zu und erreichen bei einem gewissen Gehalte an Säure ein Maximum. Dieses Maximum tritt bei der wässerigen Lösung der Ameisensäure bei 30 Proc. ein, bei der der Essigsäure bei 16,6 Proc. und bei der der Buttersäure bei 12 Proc. Die Maxima selbst verhalten sich annähernd wie 21 : 3 : 2. Die Reihenfolge der Säuren nach ihrer Leitungsfähigkeit ist dieselbe, wie sie Ostwald[1]) für die verdünnteren Lösungen gefunden hat. Die schlechter leitende Säure erreicht also ihr Maximum früher, als die besser leitende. Eine ähnliche Beziehung findet man bei den übrigen Lösungen, wie am besten die folgende Tabelle zeigt, in welcher die Gehalte verzeichnet sind, bei welchen die Maxima eintreten.

Tabelle XXV.

Lösungsmittel	Säuren.		
	CH_2O_2	$C_2H_4O_2$	$C_4H_8O_2$
H_2O	30%	16,6%	12 %
CH_4O	100 „	30 „	17,3 „
C_2H_6O	100 „	49 „	21,6 „
$C_5H_{12}O$	—	54 „	26 „

1) Ostwald, Journ. f. prakt. Chem. **31.** p. 449. 1885.

Man könnte die oben angeführte Beziehung auch so aussprechen:

Je mehr Kohlenstoff eine Säure dieser Reihe enthält, um so früher tritt für ihre Lösungen das Maximum der Leitungsfähigkeit ein.

Aus der mitgetheilten Tabelle ergibt sich aber noch Folgendes:

Je kohlenstoffreicher das Lösungsmittel ist, desto später tritt das Maximum ein.

In welcher Weise die absoluten Werthe der Maxima vom Kohlenstoffgehalt der Bestandtheile der Lösung abhängen, lässt sich am leichtesten aus der folgenden Zusammenstellung für die Temperatur 18° ersehen.

Tabelle XXVI.

	CH_2O_2	$C_2H_4O_2$	$C_4H_8O_2$
H_2O	110 000	15200	10400
CH_4O	6 400	216	96
C_2H_6O	6 400	31	15
$C_5H_{12}O$	—	9	4

Die Leitungsfähigkeiten sind bezogen auf Quecksilber von 0°, dessen Leitungsvermögen gleich 10^{11} gesetzt ist. Es ergibt sich Folgendes:

Die Leitungsfähigkeit ist um so geringer, je grösser bei gleichem Kohlenstoffgehalt des Lösungsmittels der Kohlenstoffgehalt der Säure ist, und je grösser bei demselben Kohlenstoffgehalt der Säure der Kohlenstoffgehalt des Lösungsmittels ist.

Da die Lösungen der Ameisensäure in Methyl- und Aethylalkohol ihr Maximum erst bei 100 Proc. haben, so bedeuten die beiden Zahlen in der Tabelle die Leitungsfähigkeiten der reinen Ameisensäure. Auffallend ist der hohe Betrag dieses Werthes; derselbe ist fast halb so gross als der der bestleitenden Essigsäurelösung.

2. Eigenthümliches Verhalten der Ameisensäure.

Die Ameisensäure nimmt nach dem Obigen nicht nur unter den Gliedern der Fettsäurereihe, sondern überhaupt eine Sonderstellung ein.

Es ist bis jetzt keine chemische flüssige Verbindung bekannt, welche für sich ein guter Leiter wäre.[1])

Die reine Ameisensäure, deren Leitungsfähigkeit 16 000 mal grösser ist, als diejenige der concentrirten Essigsäure, welche nach Kohlrausch das Leitungsvermögen $0{,}4 . 10^{-11}$ hat[2]), kann man doch wohl nicht zu den Nichtleitern zählen.

Ferner hat man bei den Lösungen der verschiedensten Stoffe, welche man bis zu einem hohen Concentrationsgrad untersuchen konnte, gefunden, dass bei einem gewissen Concentrationsgrad ein Maximum der Leitungsfähigkeit auftritt, und zwar gleichgültig, ob sie in Wasser oder in anderen Lösungsmitteln gelöst sind.

Die Ameisensäure, welche mit Methyl- und Aethylalkohol in jedem beliebigen Verhältnisse gemischt werden kann, zeigt ein solches Maximum nicht.

Dieses auffallende Verhalten der Ameisensäure in Bezug auf electrische Leitungsfähigkeit, das sein Analogon in vielen anderen physikalischen Eigenschaften findet, muss sich aus deren Zusammensetzung erklären, welche sich von derjenigen der übrigen Glieder der Fettsäurereihe dadurch unterscheidet, dass sie keine Methylgruppe (CH_3) enthält.

Eigenthümlich ist, dass schon das Vorhandensein der Methylgruppe im Lösungsmittel das Leitungsvermögen der Ameisensäure ebenso vermindert, wie wenn die Methylgruppe in der Säure vorhanden wäre.

Am Schlusse dieser Arbeit drängt es mich, auch an dieser Stelle Hrn. Prof. Dr. E. Wiedemann meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die Anregung zu dieser Arbeit und die jederzeit bereitwillig gewährte Unterstützung.

Physikal. Inst. der Univ. Erlangen, Mai 1887.

1) F. Kohlrausch, Pogg. Ann. **159**. p. 270. 1876.
2) F. Kohlrausch, Pogg. Ann. **159**. p. 264. 1876.

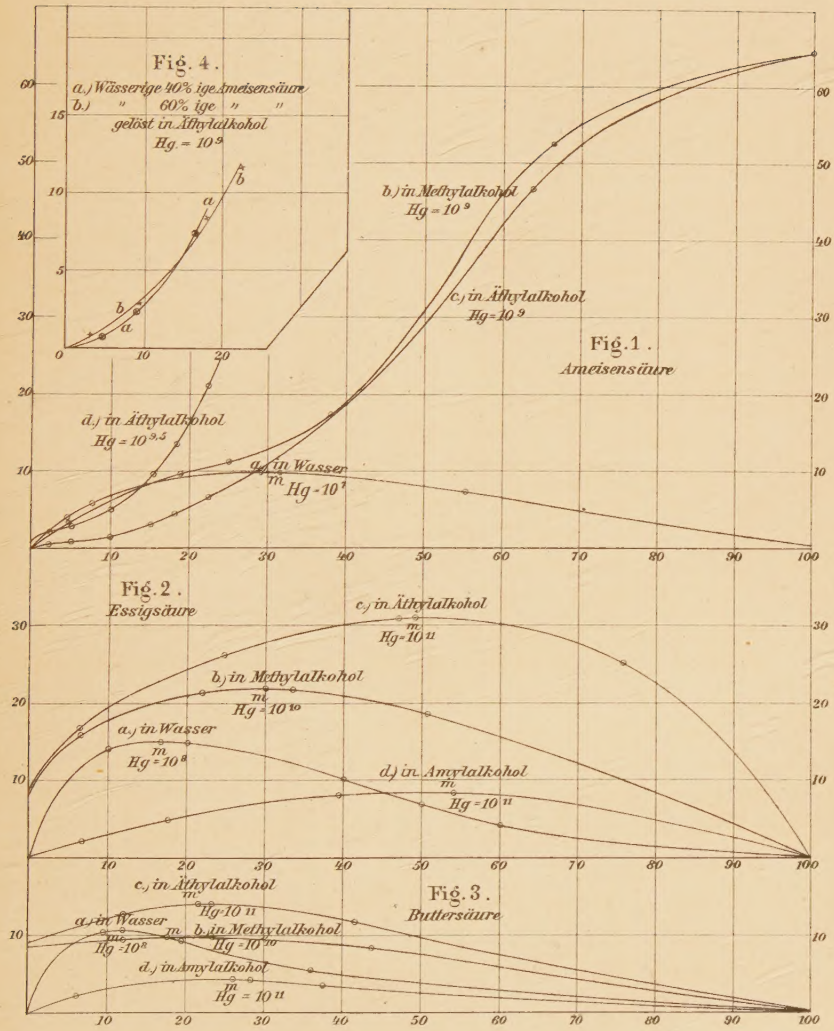
Fig. 4.
a.) Wässerige 40% ige Ameisensäure
b.) " 60% ige " "
gelöst in Äthylalkohol
Hg = 10⁻⁹
Fig. 1.
Ameisensäure
b.) in Methylalkohol
Hg = 10⁻⁹
c.) in Äthylalkohol
Hg = 10⁻⁹
d.) in Äthylalkohol
Hg = 10⁻⁹·⁵
a.) in Wasser
m
Hg = 10⁻⁷
Fig. 2.
Essigsäure
c.) in Äthylalkohol
m
Hg = 10⁻¹¹
b.) in Methylalkohol
m
Hg = 10⁻¹⁰
a.) in Wasser
m
Hg = 10⁻⁸
d.) in Amylalkohol
m
Hg = 10⁻¹¹
Fig. 3.
Buttersäure
c.) in Äthylalkohol
m
Hg = 10⁻¹¹
a.) in Wasser
m
Hg = 10⁻⁸
b.) in Methylalkohol
m
Hg = 10⁻¹⁰
d.) in Amylalkohol
m
Hg = 10⁻¹¹